

TACTUAL SENSE PRESENTATION DEVICE**Publication number:** JP6102980 (A)**Publication date:** 1994-04-15**Inventor(s):** NAKAJIMA HIDEO**Applicant(s):** OLYMPUS OPTICAL CO**Classification:**

- International: B25J9/22; G01K11/00; G06F3/02; G06F3/033; G06F3/038; H01L35/00; B25J9/22; G01K11/00; G06F3/02; G06F3/033; H01L35/00; (IPC1-7): G01K11/00; H01L35/00; G06F3/02; B25J9/22; G06F3/033

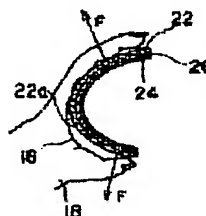
- European:

Application number: JP19920254807 19920924**Priority number(s):** JP19920254807 19920924**Abstract of JP 6102980 (A)**

PURPOSE:To provide a tactual sense presentation device at the time of gripping a virtual object in virtual working space. **CONSTITUTION:**A virtual iron ball 20 is stereoscopic-visually displayed by a stereoscopic video display device. A contact member 14a having a contour corresponding to the iron ball 20 is composed so that a Peltier element 26 is put and stuck between a shape memory alloy 22 and a distortion detection sensor 24. When an operator's hand 18 grips the contact member 14a, the shape memory alloy 22 generates distortion and the distortion is detected the sensor 24. The Peltier element 26 controls the temperature of the shape memory alloy 22 so that the distortion quantity by the sensor 24 returns to a primary distortion quantity. As the result, the contact iron ball 20 maintains the contour and rigidity corresponding to the virtual iron ball 20.



(A)



(B)

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-102980

(43) 公開日 平成6年(1994)4月15日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 3/02	3 1 0 Z	7165-5B		
B 2 5 J 9/22	A			
G 0 6 F 3/033	3 1 0 Y	7165-5B		
// G 0 1 K 11/00	M	7267-2F		
H 0 1 L 35/00	S	9276-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-254807

(22) 出願日 平成4年(1992)9月24日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 中島 英雄

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

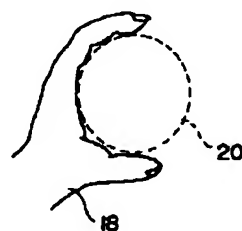
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 触覚呈示装置

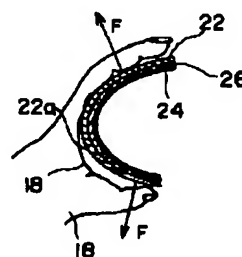
(57) 【要約】

【目的】 仮想作業空間における仮想物体を把持した際の触覚を呈示できる触覚呈示装置を提供する。

【構成】 仮想鉄球20は立体映像表示装置により立体視可能に表示されている。仮想鉄球20に対応した輪郭を有する接触部材14aは、形状記憶合金22と歪み検出センサー24とで、ペルチエ素子26を挟んで貼り合わせてなる。オペレータの手18が接触部材14aを把持すると、形状記憶合金22が歪みを生じ、その歪みはセンサー24により検出される。ペルチエ素子26はセンサー24による歪み量が初期歪み量に復帰するように、形状記憶合金22を温度制御する。その結果、接触部材14aは、仮想鉄球20に対応した輪郭及び剛性を維持する。



(A)



(B)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 仮想作業空間における仮想物体に対する触覚情報を呈示する装置であって、仮想物体の形状、弾性率を含む予め設定された仮想物体の情報を記憶させるべき記憶手段と、人体の部位に接触すべき接触面を有し、且つ仮想物体の設定情報に対応した初期形状を有する形状記憶合金と、形状記憶合金に発生した歪み量を検出する検出手段と、検出手段による検出歪み量と記憶手段に記憶された仮想物体の設定情報とに基づいて、形状記憶合金が仮想物体の設定情報に対応する形状、弾性率を有するための温度の制御量を演算する演算手段と、演算された制御量に基づいて、形状記憶合金の温度を制御する制御手段と、を備える触覚呈示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は触覚情報を呈示するための装置に関し、更に詳しくは、仮想作業空間における仮想物体に対する触覚情報を実空間における人間の手に呈示する触覚呈示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータ・グラフィックスによる画像は、立体映像表示装置により立体視可能な仮想物体として表示することができる。この仮想物体に対する触覚情報を人間の手に呈示することにより、仮想物体が実際に存在しているかのような仮想作業空間を構築することができる。

【0003】触覚情報を呈示する装置の一つとして、糸の張力により触覚を呈示する装置が公知である。これは例えば「仮想作業空間のためのインターフェースデバイス-SPIDER-（電子情報通信学会技術報告PRU89-89）」、「フォースディスプレイ（計測と制御、1991年6月、pp472-477）」、及び「人工現実感とフォースディスプレイ（精密工学会誌、1991年8月、pp1326-1329）」に示されている。

【0004】この糸の張力による触覚呈示装置においては、4本の糸で支持されたキャップがオペレータの指先に装着される。4本の糸は、リレーのコイルと可動鉄片との間に挿通されている。キャップが仮想物体に触れた際には、リレーを励磁することにより、糸がコイルと鉄片との間に挟まれて、糸の動きが拘束される。その結果、糸の張力が仮想物体の硬さ、触覚としてオペレータの指先に呈示される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、糸の張力による触覚呈示装置では、仮想物体と指先との点接触のみの触覚情報が表現され、手の掌、甲、指関節等と仮想物体との面接触の触覚情報は表現できないという制約がある。

【0006】また、糸の張力を発生させるリレーと、張力により触覚を呈示する糸と、指（手）との仮想空間における幾何学的な位置関係から、触覚情報を表現できない空間が存在し、仮想空間の構築にも制約を受ける。

【0007】従って本発明の目的は、幾何学的配置に起因する触覚情報を表現不能な空間を除去すると共に、面接触の触覚表現を実現できる触覚呈示装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、仮想作業空間における仮想物体に対する触覚情報を呈示する装置であって、仮想物体の形状、弾性率を含む予め設定された仮想物体の情報を記憶させるべき記憶手段と、人体の部位に接触すべき接触面を有し、且つ仮想物体の設定情報に対応した初期形状を有する形状記憶合金と、形状記憶合金における歪み量を検出する検出手段と、

【0009】検出手段による検出歪み量と記憶手段に記憶された仮想物体の設定情報とに基づいて、形状記憶合金が仮想物体の設定情報に対応する形状、弾性率を有するための温度の制御量を演算する演算手段と、演算された制御量に基づいて、形状記憶合金の温度を制御する制御手段と、を備える触覚呈示装置が提供される。

【0010】

【作用】形状記憶合金は、仮想物体の形状、弾性率を含む予め与えられた仮想物体の情報と、形状記憶合金における歪み量とに基づいて温度制御される。

【0011】形状記憶合金に外力が負加されていない状態では、予め与えられた仮想物体の情報に基づいて、仮想物体に対応した形状及び弾性率が形状記憶合金に与えられる。

【0012】一方、接触部材に対する把持等により、形状記憶合金に外力が負加されると、形状記憶合金に歪みが生じ、その形状が変化する。この歪み量を検出し、その歪み量が形状記憶合金に外力が負加されていない状態の歪み量に復帰するように形状記憶合金を温度制御することにより、仮想物体に対応した形状及び弾性率を維持することができる。

【0013】

【実施例】図1は本発明の第1実施例を示す。立体映像表示装置（図示せず）に組み合わせて仮想作業空間を構築すべき触覚呈示装置12aは、オペレータの手で把持されるべき接触部材14aと、接触部材14aを制御するコントローラ16とを備える。

【0014】図2（A）に点線で示すように、立体映像表示装置により立体視可能に表示された仮想物体としては、オペレータの手18で把持できる球体20が想定されている。この仮想的な球体20は、手18で把持しても握り潰すことが不可能で、且つ変形しない剛性を有する鉄球とする。また、本実施例における手18の内面1

8aとは、手の掌と各指の内面とを意味するものとする。

【0015】図2(B)に示すように、接触部材14aは、板状の形状記憶合金22と板状の歪み検出センサー24とで、板状の温度制御部材26を挟んで貼り合わせとなる。

【0016】形状記憶合金22は、オペレータの手18の内面18aに対して、仮想鉄球20の輪郭を知覚させるように、円弧状に屈曲された初期形状を有する。形状記憶合金22の凹面側に位置する歪み検出センサー24及び温度制御部材26も形状記憶合金22と一体的に屈曲されている。温度制御部材26は、通電制御により形状記憶合金板22の温度を制御するためのペルチェ素子を形成している。

【0017】形状記憶合金22の凸面22a側は、手の内面18aで接触または把持されるべき面である。オペレータの手の内面18aが接触面22aに沿って接触部材14aを把持すると、接触部材14aは、その形状記憶合金板22の弾性率により矢印Fで示されるような反力を発生する。

【0018】歪み検出センサー24は、反力Fと反対側の方向へ発生する形状記憶合金22の歪みを検出する。この歪みには、手18が接触部材14aを把持した際の把持力によるものと、温度制御部材26により制御された形状記憶合金22の形状及び弾性率によるものがある。この検出された歪み量はコントローラ16へ与えられる。再度図1を参照すると、コントローラ16は、記憶部16aと演算部16b及び制御部16cを内蔵している。コントローラ16の記憶部16aには、仮想鉄球20の形状(半径等)、弾性率(剛性率、体積弾性率等)のデータとが予め設定されて記憶されている。以下の説明では、これらのデータとを総称して設定データと称する。

【0019】コントローラ16の演算部16bは、形状記憶合金22が仮想鉄球20の設定データに対応した形状及び弾性率を有するように、記憶部16aに記憶された設定データと、歪み検出センサー24により検出された歪み量とから、温度制御部材26による制御量を演算する。コントローラ16の制御部16cは、演算部16bの演算結果に基づいて温度制御部材26を通電制御する。上述の触覚呈示装置12aの操作について説明する。

【0020】オペレータの手18が接触部材14aを把持していない状態では、歪み検出センサー24により検出される歪み量は、形状記憶合金22の初期形状における形状及び弾性率に起因する初期値を示す。この状態では、形状記憶合金22は仮想鉄球20の設定データに対応した形状及び弾性率を有している。

【0021】いま、オペレータの手18が把持面22aに沿って接触部材14aを把持したとする。ここで手1

8による把持力が形状記憶合金22による反力よりも大きい場合、形状記憶合金22は、手の内面18aにより握られる方向へ変形し、手18による把持力に応じた歪みを発生する。従って、歪み検出センサー24により検出されてコントローラ16の演算部16cへ与えられる歪み量は、その初期値を超える。

【0022】しかし、仮想鉄球20の弾性率は、手18による把持力では変形しない大きさに設定されているため、形状記憶合金22の歪み量を初期値へ復帰する必要がある。そこで、コントローラ16の演算部16cは、形状記憶合金22を初期形状に復帰させるように、記憶部16aによる設定データと、歪み検出センサー24による検出歪み量とから、温度制御部材26による制御量を演算する。

【0023】コントローラ16の制御部16cは、演算部16bの演算結果に基づいて、歪み検出センサー24による検出歪み量が初期値に復帰するように、温度制御部材26を通電制御する。その結果、形状記憶合金22は仮想鉄球20に対応した形状及び弾性率を示す。

【0024】以上により、オペレータの手18には、仮想鉄球20を実際に把持しているような触覚を呈示できる。また、重力の作用方向に位置する形状記憶合金板22に対し、手18の把持する力以上に反力を加えることにより、仮想鉄球20の重量感を併せてオペレータの手18に呈示することも可能である。

【0025】接触部材14aは、外部から機械的に負荷される張力等の力を必要とせず、オペレータの手18による把持力に対して直接に反応する。従って、触覚を呈示できない空間上の特異点を除去できる。同様な理由により、外部から接触部材14aへ機械的に力を負荷させるための装置を必要としないので、触覚呈示装置12a全体を小型化できる。

【0026】また、触覚は指の内面と掌との両方に対して与えられるので、手18の広範囲に亘る情報の呈示が可能であり、手の内面18aと仮想鉄球20との面接触の感覚、掌で仮想鉄球20を押す感覚の呈示ができる。

【0027】図3(A)及び図3(B)は本発明の第2実施例を示す。この実施例における仮想物体としては、オペレータの手18を挿通可能な仮想的な中空管30が想定されている。この仮想中空管30も第1実施例の仮想鉄球20と同様な高い剛性を有するものとする。また、本実施例における手18の外面18bとは、手18の伸展方向側の面、即ち手18の甲及び指の外面を意味するものとする。

【0028】図3(B)に示される触覚呈示装置12bは、第1と第2の接触部材14a、14bを採用している。第1の接触部材14aは第1実施例の接触部材14aと同様であり、手の内面18aに把持される。第2の接触部材14bは、手の外面12bへ装着可能であり、その形状記憶合金22は仮想中空管26の内面形状に対

応した初期形状を有する。この初期形状を除く第2の接触部材14bの構造は第1の接触部材14aと同様である。

【0029】この実施例では、手18を拡げる場合と曲げる場合とに対応するために、手18を外内面から挟むように第1と第2の接触部材14a、14bを有している。これら第1と第2の接触部材14a、14bを手18に装着するに際しては、一本の指に対して曲げと伸展とが同時に起こり得ないようにする。これら接触部材14a、14bの手18への具体的な装着方法は、手袋状の装着具（図示せず）に接触部材14a、14bを取り付け、この手袋状の装着具を手18にはめることである。接触部材14a、14bに接続されるべきコントローラは、図1に示したコントローラ16と同様である。

【0030】第2の接触部材14bのためのコントローラ16（図1）の記憶部16aには、仮想中空管30の形状（内径等）データと、弾性率のデータとが予め設定されて記憶されている。

【0031】この実施例の触覚呈示装置12bは、複数の第2の接触部材14bを備えてもよい。また、1台のコントローラ16により全ての接触部材14a、14bを制御する構成としてもよい。上述の触覚呈示装置12bの操作について説明する。

【0032】図3（A）に示されるように、仮想作業空間において、手12を仮想中空管26内へ挿通し、仮想中空管26内で手12を拡げるものとする。手の外面12bが仮想中空管30の内面に接触しない場合には、接触部材14a、14bの各形状記憶合金22は、仮想中空管30の設定データに対応する形状、弾性率を示している。

【0033】一方、手の外面18bが仮想中空管30の内面に接触し、その押圧力（手を開く力）が各形状記憶合金22の発生する反力より大きい場合には、押圧力に応じた歪みが発生し、この歪み量は各歪み量検出器22により検出される。コントローラ24は、第1実施例と同様に、各歪み量検出器22が検出した歪み量を抑制するように、各形状記憶合金22の温度制御部材を通電制御する。

【0034】この実施例によれば、手12を広げる方向における接触の呈示が可能となる。本発明は上記各実施例に限定されるものではなく、種々の変更が可能である。例えば形状記憶合金22の形状は、板状に限らず、メッシュ状としてもよい。この場合のメッシュ状とは、一枚の形状記憶合金板をメッシュ状に打ち抜くのではな

く、紐状の形状記憶合金板を組み合わせた形状とする。このようなメッシュ状の形状記憶合金によれば、指を締めつけるような力が発生するため、細径の穴に指を挿入する場合などが仮想現実として表現できる。

【0035】また、装着部材を装着すべき人体の部位は、手に限らず、腕の関節（肩、肘）としてもよい。手に加えて腕の関節（肩、肘）にも接触部材を装着した場合には、更に大きな仮想物体に対する触覚の呈示が可能である。

【0036】更に、人体の各関節に接触部材を装着することにより、仮想作業空間における仮想的な壁、柱、床及びそれらにおける凹凸に対する触覚、仮想物体を持ち上げる力感覚などを呈示できる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の触覚呈示装置によれば、仮想物体の形状及び弾性率に基づく触覚を形状記憶合金により直接に呈示できる。従って、仮想作業空間において、触覚を呈示できない特異点が存在しない。

【0038】また、大きな把持力等に起因する形状記憶合金の変形は、形状記憶合金の歪み量の検出に基づく温度制御により補償されるので、把持力等の大きさに拘らず、仮想物体の形状及び弾性率を維持できる。更に、形状記憶合金は接触面を有するため、面接触における触覚も呈示できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る触覚呈示装置の構成を示すブロック図である。

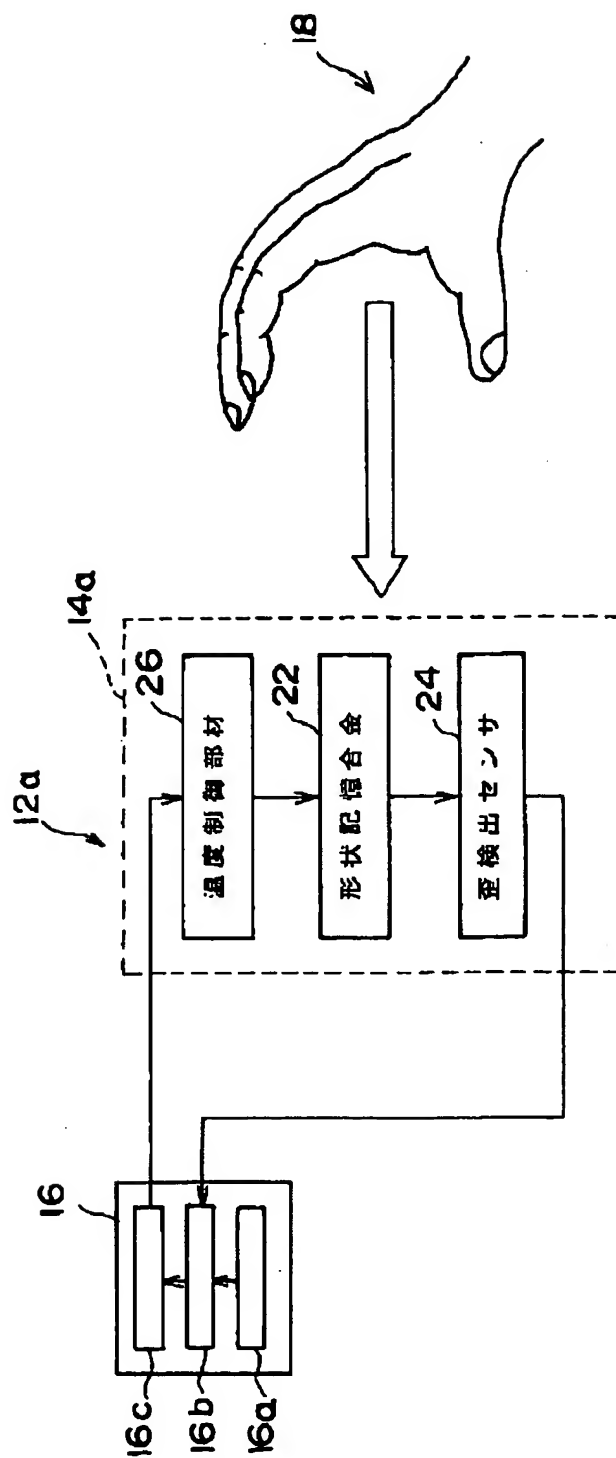
【図2】本発明の第1実施例の触覚呈示装置の動作を示す説明図であって、（A）は仮想された鉄球を把持する状態を示す図、（B）は仮想鉄球に対応する触覚呈示装置の接触部材を把持する状態を示す図である。

【図3】図2に対応して本発明の第2実施例の動作を示す説明図であって、（A）は仮想された中空管を把持する状態を示す図、（B）は仮想中空管に対応する接触部材を把持する状態を示す図である。

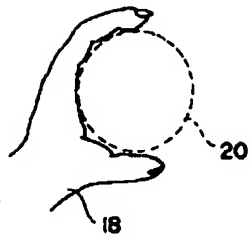
【符号の説明】

12a、12b…触覚呈示装置、16a…記憶部（記憶手段）、16b…演算部（演算手段）、16c…制御部（制御手段）、20…仮想鉄球（仮想物体）、22…形状記憶合金、22a…接触面、24…歪み検出センサー（検出手段）、26…温度制御部材、30…仮想中空管（仮想物体）。

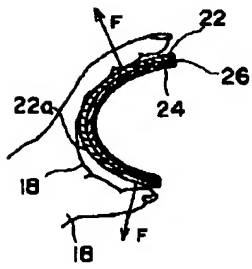
【図1】



【図2】

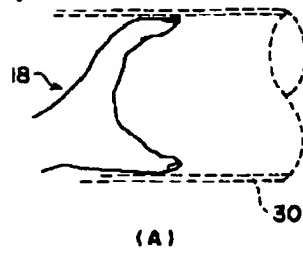


(A)

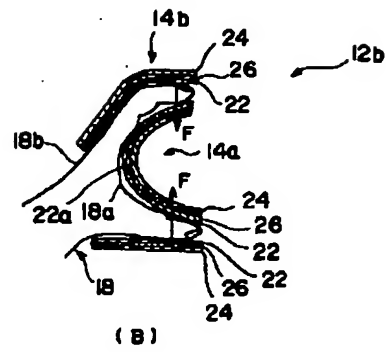


(B)

【図3】



(A)



(B)